L'ORIGINE ET LA SIGNIFICATION DES MISTPOEFFERS,

leurs rapports avec la Météorologie endogène

et avec une orientation nouvelle, en Belgique,

dans l'étude du Grisou.

Les populations comme les habitués du littoral belge et, également ceux des plages voisines des nôtres (France et Pays-Bas), sont familiarisés de longue date avec une forme de manifestations acoustiques particulières et bien déterminées, produites spécialement pendant la période estivale et rappelant l'audition de fortes mais lointaines détonations d'artillerie. Suivant les régions et localités, ces phénomènes acoustiques ont reçu les noms de *mistpoeffers* (explosions de brouillards), *zeepoeffers* (hoquets de mer) *mistbommen* (coups de brouillards), *paperbags* (expression anglaise intraduisible), rôts de mer, bombes de mer, canon de mer.

Le premier de ces noms est le plus répandu sur les côtes belges ; c'est celui qu'il convient d'adopter.

Le même phénomène acoustique s'observe aussi, quoique plus rarement, dans les plaines horizontales, ou à peine ondulées, de la Basse-Belgique. Il a également été signalé dans la Moyenne et dans la Haute-Belgique; mais il y a alors, on le verra plus loin, matière à discussion et à interprétation peut-être différente, due aux progrès que l'étude de la question a fait faire virtuellement à nos connaissances — jusqu'ici bien insuffisantes — des lois régissant l'acoustique atmosphérique.

A l'étranger : en Europe comme en Amérique, en Afrique comme en Asie, et par conséquent dans les régions les plus diverses de la Terre, des observations analogues ont été faites, les unes s'appliquant à des phénomènes de durée limitée, les autres à des manifestations périodiques ou persistantes. Comme siège de ces auditions, on peut citer un bon nombre de régions se trouvant en corrélation de voisinage ou de coïncidence avec des lignes de fracture ou de dislocation terrestre, ou avec des aires affectées par des phénomènes plus ou moins accentués de volcanicité.

Dans la plupart de ces régions le phénomène acoustique, qui généralement partout, se présente avec des caractères rappelant assez constamment l'audition lointaine d'une artillerie de fort calibre, a reçu des noms populaires, locaux ou régionaux, montrant que les populations se sont rendu compte, pour ainsi dire instinctivement, qu'il y avait lieu de distinguer de telles manifestations du bruit du canon ou d'autres rumeurs dues à l'activité humaine.

La présence d'une *nappe liquide* paraît favorable à la production, ou, tout au moins, à l'accentuation du phénomène, car dans les environs de certains lacs anglais, américains, suédois, suisses et bavarois, le phénomène est également connu et il porte assez souvent alors, le nom de " canons du lac „ " *Seeschiessen* „ (1).

En Ombrie, aux environs de Spoleto, Perugia, Narni, Trevi, etc., le phénomène, bien connu des populations sous le nom de *marina*, vient d'être récemment étudié par M. le Professeur A. Cancani, qui s'est livré à ce sujet à une enquête (2) analogue à celle que j'ai faite en Belgique et dont les résultats préliminaires furent, il y a deux ans, exposés dans la revue *Ciel et Terre*, après que j'eus réuni les observations et témoignages concordants d'une centaine d'observateurs consciencieux (3).

Dans les plaines du delta du Gange et particulièrement dans la

(1) Eberhard graf Zippelin. Zum sogenanten « Seeschiessen », br. in-8°.

(2) Adolfo Cancani. *Barisal-Guns, Mistpoeffers, Marina* (Bollet. d. Societa sismologica, vol. III, n° 9, 1897, pp. 222-234).

(3) E. Van den Broeck. *Un phénomène mystérieux de la physique du globe.* (*Ciel et Terre* de 1895 et 1896, t. XVI et XVII). Voir aussi le résumé publié dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, t. IX, 1895. Procès-verbaux des séances, pp. 182-199.



L'ORIGINE ET LA SIGNIFICATION

DES

MISTPOEFFERS;

leurs rapports avec la Météorologie endogène

et avec une orientation nouvelle, en Belgique,

dans l'étude du Grisou

LES

MANIFESTATIONS GRISOUTEUSES

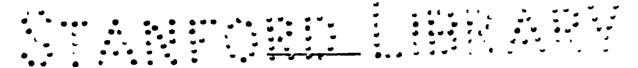
ET LEUR PRÉVISION

dans ses rapports avec la Météorologie endogène et avec la Météorologie atmosphérique

PAR

Ernest VAN DEN BROECK,

Conservateur au Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique, à Bruxelles,
Secrétaire général de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.



RAPPORTS

lus au Ve Congrès international d'Hydrologie médicale, de Climatologie et de Géologie de Liége — 1898.

LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
8, rue St-Adalbert, 8.

1898

ans, par suite de travaux et de devoirs qui m'ont temporairement écarté de ce champ d'étude. Heureusement, l'attention des observateurs ayant été attirée sur les faits que j'avais signalés dans *Ciel et Terre*, une quantité de données nouvelles et intéressantes, les unes publiées, les autres encore inédites, sont venues s'adjoindre dans mes dossiers aux résultats de l'enquête primitive. L'analyse méthodique en sera fournie ultérieurement, en même temps que l'exposé des éléments complexes dont s'est précieusement enrichi le problème primitif.

Devançant ici, dans ses résultats synthétiques, la publication nouvelle en vue, je puis signaler que la question se résume actuellement ainsi :

Certaines circonstances météorologiques définies et actuellement bien connues, favorisent la conduction, à de très grandes distances — non réalisées de beaucoup en temps ordinaire — de tous sons : bruits, et détonations quelconques, qui, lorsque ces circonstances spéciales n'existent pas, restent au contraire inaudibles, ou du moins confinés en les minimes aires auditives dans lesquelles l'oreille humaine est normalement accoutumée à les entendre. Le processus de cette extension temporaire ou fugace, ainsi liée à des causes météorologiques spéciales, paraît se rattacher au mode de propagation vibratoire, avec production de nœuds et de ventres, que Tyndall a montré existant, en matière d'acoustique atmosphérique, aussi bien que pour la classique corde vibrante (1).

Le *fait* de cette forme spéciale de transmission et celui de l'*audition* de ces manifestations acoustiques diverses dépendent uniquement de la réunion d'un ensemble de *circonstances météorologiques favorables* à cette extension, *spéciale et temporaire*, à grande distance, du phénomène sonore et auditif.

Quant aux *causes* de ces manifestations, elles sont *multiples* et *très différentes* dans leur essence.

Les unes sont des bruits quelconques dus à l'*activité humaine* constituant une gamme s'étendant depuis le tir lointain de grosses pièces d'artillerie, jusqu'aux tirs de salve d'infanterie, des explosions

(1) *Sound*, by JOHN TYNDALL, fifth edition, revised. London. Longmans, Green and Co 1893. Un vol. in-16, de 464 pages.

accidentelles, des tirs de mines, de carrières, voire même des bruits d'origines très diverses, parfois des plus modestes, mais amplifiés et transmis à grande distance par suite des conditions atmosphériques et acoustiques requises. Mais les autres, d'expression auditive similaire, constituent un *phénomène naturel*, paraissant analogue, dans son essence, aux bruits qui précèdent et accompagnent certains *tremblements de terre*, bruits avec lesquels ils présentent d'ailleurs, à divers points de vue, d'étroites analogies.

Ces *bruits naturels* consistent vraisemblablement en la transformation en ondes sonores, de *vibrations d'origine terrestre*, affectant le sol régional, vibrations d'amplitude trop faible pour amener des chocs ou tremblements sensibles et dont par conséquent la transformation en *ondes sonores* est tout indiquée, d'après les lois de la physique.

En somme, le phénomène initial ou de vibration échappe, à de rares exceptions près, à nos sens; mais, par suite de circonstances atmosphériques spéciales, son corollaire auditif nous devient *parfois* appréciable, sans qu'il y ait *aucun rapport* entre la fréquence réelle du phénomène vibratoire initial et celle de la perception de sa manifestation acoustique.

Une autre thèse pourrait être défendue aussi, quoiqu'avec moins de probabilité d'exactitude, d'après laquelle le phénomène vibratoire serait *atmosphérique* et par conséquent *purement aérien* : électrique ou calorifique.



Dans la plupart des cas, une oreille exercée parvient à distinguer assez nettement ces manifestations naturelles des bruits d'origine artificielle; mais il arrive souvent que des observateurs superficiels ou inexpérimentés, ou bien encore moins bien doués que d'autres au point de vue de la délicatesse auditive, les confondent aisément les uns avec les autres. Personne d'ailleurs ne peut se prétendre exempt de telles confusions, causées non seulement par des similitudes acoustiques, qui s'accentuent parfois, mais encore par un facteur variable, d'ordre physiologique : l'imperfection relative et les variations de fonctionnement de notre appareil auditif, qui non seulement diffère dans ses perceptions et impressions d'un observateur à l'autre, mais

encore pour une même personne. Cette seconde raison vient s'ajouter à la première, d'une dualité d'origine du phénomène auditif, pour montrer combien il importe que l'organisation méthodique d'un bon réseau d'enquêtes et de renseignements, fonctionnant au loin comme contrôle, fasse partie du programme d'une étude rationnelle du phénomène.

Quoi qu'il en soit du choix à faire entre les deux thèses en présence, nous pouvons dès aujourd'hui admettre qu'un *phénomène naturel, d'essence vibratoire*, encore peu connu dans le domaine scientifique, *existe en de nombreuses régions terrestres*. Ce n'est qu'accidentellement qu'il se manifeste à nos sens, soit sous l'influence combinée et convergente de conditions météorologiques déterminées, paraissant se produire plus particulièrement au voisinage de la mer, ou de surfaces liquides étendues. Il se présente alors sous la forme de détonations, soit de manifestations sonores qui paraissent n'être autre chose que la transformation physique bien connue du *phénomène initial vibratoire*, qui constitue l'essence du phénomène. Celui-ci est-il d'origine *endogène* et produit, comme dans le cas des détonations et grondements corrélatifs aux tremblements de terre, par la transformation des vibrations terrestres en ondes sonores émanant du jeu et des trémulations de massifs faillés; ou bien est-il d'origine *exogène* et purement aérien : électrique, calorifique ou physique quelconque, d'ordre atmosphérique? Tel est, nettement défini, le problème qui reste maintenant à résoudre.

En faveur de l'hypothèse d'une *origine endogène*, on peut rapidement signaler :

a. Les sensations et observations suggestives, ou très nettes dans certains cas, qui ont montré, entre l'audition de mistpoeffers dans nos parages, et l'impression personnelle de vibrations et même de mouvements terrestres appréciables, une corrélation bien mise en évidence par certaines dépositions de mon enquête de *Ciel et Terre* (1). Voir à ce sujet les dépositions de MM. A. Rutot, G. Vincent et E. Lagrange; voir aussi celles de M. E. Van den Borre sur le sens d'origine interne, en même temps qu'électrique, physiologiquement

(1) *Loc. cit.*

ressentie par cet observateur, ainsi que celles de MM. E. Lansweert, Ch. de Pitteurs-Hiegaerts, A. Doneux, Ricx, etc.

b. L'analyse méthodique du phénomène similaire des *marina* de l'Ombrie, récemment entreprise par M. le professeur Cancani (1), qui conclut en n'admettant comme vraisemblable que la thèse d'une corrélation sismique et qui, d'ailleurs, signale des concordances absolues entre des *chocs terrestres* perceptibles à l'organisme et l'audition, corrélative, du phénomène des *marina*.

c. La proximité, par rapport à des parties faillées ou à des centres d'activité volcanique, de nombreuses régions terrestres où ont été entendus des bruits analogues (les *bramidos* du Mexique, au siècle passé : les détonations des hautes Andes du Chili ; les bruits mystérieux de Moodus, dans le Connecticut ; ceux de la baie de Morecambe dans le Lancastershire, voisine de la faille de Craven, les détonations si curieuses de l'Ile Méleda, près Raguse; celles du Yellowstone Lake et de Shoshone Lake, aux Etats-Unis ; celles de Java et de diverses îles volcaniques des Indes néerlandaises ; les *Barisal-Guns* du delta du Gange, etc.).

d. Les analogies de caractère de certains des bruits qui précèdent et accompagnent les tremblements de terre (2) avec les manifestations acoustiques du phénomène envisagé.

e. La démonstration qui va être prochainement fournie (3), par les résultats de l'étude du grand tremblement de terre des Indes en 1897 ayant affecté la région classique des Barisal-Guns. Il sera établi, en effet, par M. le prof. Oldham, que ceux-ci (abstraction faite, comme pour ce qui concerne les *mistpoeffers* et les *marina*, des bruits artificiels d'impression acoustique analogue) sont en *corrélation absolue* avec le phénomène sismique, ou d'agitation du sol de ces régions, voisines de failles et d'aires à manifestations d'activité interne accentuées.

***

Ayant, dès les débuts de mes recherches sur les *mistpoeffers*, été

---

(1) *Loc. cit.*

(2) Voir la suggestive étude intitulée : *On Earthquakes-Sounds*, publiée par M. Ch. Davison dans le n° 335 (décade III, vol. IX, mai 1892) du Geological Magazine.

(3) D'après une correspondance particulière que j'ai récemment reçue de M. T. D. La Touche, de Calcutta.

enclin à rattacher à des facteurs plutôt endogènes qu'exogènes la cause initiale de ces phénomènes, j'ai pensé qu'un dispositif microphonique perfectionné — adaptable à la sonde portative que j'utilise pour l'exploration du sol, réclamée par mes levés de cartographie géologique (1) — pourrait utilement me renseigner, également *de auditu,* sur le point de savoir s'il existe des frémissements terrestres corrélatifs à l'audition des mistpoeffers. Mon collègue et ami M. Léon Gerard voulut bien étudier la construction d'un tel instrument, transmetteur des bruits internes seulement (2), et grâce à cet appareil, qui va bientôt être expérimenté, on peut espérer une solution définitive de la question.

Mais c'est en examinant avec M. Gerard à quelles conditions précises devait satisfaire l'appareil qu'il s'agissait d'innover, que le souvenir m'est revenu, qu'en divers pays, on avait exposé la thèse d'une corrélation intime entre les fluctuations accentuées des dégagements grisouteux et celles des phénomènes microsismiques. Je me rappelai avoir lu, sans doute dans *Ciel et Terre*, qu'à nos frontières même, aux mines d'Anzin, il avait été procédé à des essais ayant fourni des données confirmatives dans cette voie.

Je me posai alors cette question : Si l'audition des mistpoeffers d'une part et si les phases d'activité grisouteuse d'autre part sont deux conséquences, bien que très diverses, d'une même action endogène constituée par des renforcements d'actions microsismiques et de frémissements terrestres, ne peut-on admettre que les instruments microphoniques et autres, appelés à déceler ceux-ci, pourraient être utilisés avec un même succès pour l'étude de ces deux applications si différentes du phénomène initial? C'est cette question qui fut le point de départ de mes recherches ultérieures sur les corrélations grisouto-sismiques, recherches qui elles-mêmes, provoquèrent, sur mon initiative, au sein de la *Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, la création récente, et si vivement encouragée,

---

(1) Pour la description de cet appareil, voir : Bull. Soc. belge de Géologie, de Paléont. et d'Hydrologie, t. II. 1888, pp. 135-196, pl. I et II.

(2) *Appareil microphonique* par Léon Gerard. — Bull. Soc. belge d'Astronomie, 3e année, 1898, n° 7, pp. 248-249, fig. 39.

91/ (illisible)

d'une *Section permanente d'études du grisou* (1), section dont l'un des principaux objectifs, outre l'étude scientifique détaillée du grisou, considérée d'une manière générale, est constitué par la recherche et par l'établissement des lois de corrélation susdites, appelées, d'après un certain nombre de spécialistes, à jouer un grand rôle dans la prévision des dégagements grisouteux.

Il ne peut être question de rattacher autrement que par ce lien d'instruments communs d'investigation, les deux études du grisou et des mistpoeffers.

Il faut remarquer, en effet, que si même les prévisions les plus optimistes devaient se réaliser et si les détonations des mitspoeffers devaient, dans une certaine mesure, *annoncer* ou *indiquer* des périodes marquées d'agitation microsismique, en corrélation elles-mêmes avec des dégagements de gaz internes et avec la possibilité de dangers grisouteux, nous serions encore là en présence d'un mode d'avertissement *bien précaire*, puisque les manifestations acoustiques des phénomènes des mitspoeffers ne peuvent, en tout cas, se produire qu'exceptionnellement, c'est-à-dire avec le concours *d'un ensemble de conditions météorologiques* d'une fréquence en somme très relative dans nos parages.

Le seul lien que l'on puisse pratiquement établir entre les deux séries de phénomènes consiste donc dans le *mode d'investigation* du phénomène endogène, qui pourrait être commun à ces deux espèces de manifestations, et l'on voit combien est peu fondé le reproche qui m'a cependant déjà été adressé d'avoir voulu faire édifier l'étude du grisou en Belgique et spécialement celle des corrélations grisouto-sismiques sur l'existence, encore contestée, par certains, comme phénomène naturel, de la manifestation acoustique des mistpoeffers.



Si l'on recherche à quels *résultats pratiques* a jusqu'ici donné lieu l'étude des mistpoeffers, on constatera qu'elle a fourni les données suivantes :

---

(1) *Procès-verbaux des séances spéciales* des 14 juin, 5 et 18 juillet et du 2 août 1898 de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, à Bruxelles.

1° Elle a dirigé l'attention des observateurs des divers pays et même de diverses parties du monde, sur l'existence d'un *phénomène naturel*, à peine entrevu auparavant et dont la similitude de ses manifestations secondaires acoustiques avec les bruits et détonations de l'artillerie lointaine, avait jusqu'ici empêché la science de s'occuper sérieusement.

2° Elle a dévoilé aux yeux des initiés, sinon encore du grand public, l'insuffisance absolue de nos connaissances courantes sur l'*acoustique atmosphérique* et justifié l'utilité d'études complémentaires qui seraient à faire dans la voie ouverte par les célèbres expériences du physicien TYNDALL, à South-Foreland. Ces expériences, notons-le en passant, sont exposées en détail dans la dernière édition anglaise (de 1893 et non encore traduite) de son beau livre sur le Son [1], où l'on trouve tant de données nouvelles et précises, dont ne se doutent pas ceux qui en sont restés aux notions classiques, mais si peu exactes cependant, de la transmission des sons dans l'atmosphère.

3° Elle est destinée, comme corollaire de ce qui précède, à appuyer d'arguments nouveaux et frappants l'impérieuse nécessité qui s'impose d'abandonner, pour les usages maritimes, les *signaux acoustiques*, surtout en temps de brouillards, lorsque ne peuvent fonctionner les signaux lumineux.

4° Elle a été le point de départ d'une orientation nouvelle, du moins en Belgique, dans l'étude, appliquée au grisou, des *phénomènes endogènes* et particulièrement des manifestations microsismiques dans leurs corrélations avec la prévision des accidents grisouteux. Si, comme on peut l'espérer, des résultats fructueux pouvaient être obtenus dans cette voie, c'est à ce modeste point de départ de l'étude des mistpoeffers que reviendrait le mérite d'en avoir été l'initiateur.

Bruxelles, le 1er septembre 1898.

---

[1] *Loc. cit.*

LES MANIFESTATIONS GRISOUTEUSES

ET LEUR PRÉVISION

dans ses rapports avec la Météorologie endogène et avec la Météorologie atmosphérique

PAR

Ernest VAN DEN BROECK,

Conservateur au Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique, à Bruxelles,
Secrétaire général de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

Depuis longtemps déjà, mais spécialement depuis l'approfondissement de plus en plus considérable des exploitations houillères, approfondissement qui s'est montré en corrélation absolue avec l'augmentation du *danger grisouteux*, l'étude du redoutable problème qu'évoquent ces mots a préoccupé les exploitants, les techniciens et ingénieurs de la mine, ainsi que les hommes de science des pays à bassins houillers.

Les Gouvernements, à leur tour, se sont émus et, depuis une vingtaine d'années, des Commissions officielles d'étude grisouteuse ont été nommées successivement en France, en Angleterre, en Belgique, en Saxe, en Prusse, en Autriche et ailleurs.

Commissions, ingénieurs, spécialistes et savants divers se sont, depuis lors, mis à l'œuvre avec un redoublement d'activité. Les Ingénieurs des mines principalement, ayant à lutter corps à corps avec l'ennemi commun, ont rivalisé de zèle et de dévouement pour arracher à la Nature son terrible secret et ont ainsi uni leurs efforts à ceux de la Science contre le fléau des mines grisouteuses.

De grands progrès ont été ainsi accomplis et si toutes les victoires obtenues n'ont pu s'illuminer des rayons d'une publicité au grand jour, du moins les combattants de l'obscur domaine du grisou ont-ils

eu la satisfaction intime, mais partagée cependant par ceux qui pouvaient apprécier leurs travaux et résultats, de se convaincre que de nombreuses catastrophes *ont pu être évitées*, d'innombrables vies *sauvées*, grâce aux précautions intelligemment prises, aux sages mesures ordonnées, aux judicieux perfectionnements apportés successivement aux conditions d'aérage, d'éclairage, d'abatage et, en général, au mode d'exploitation et à la conduite des si dangereux travaux préparatoires des chantiers souterrains.

Mais le *problème essentiel* du grisou, sa genèse, ses relations précises de gisement ; ses modifications éventuelles et localisées d'états physiques et de combinaisons chimiques diverses ; les causes précises de sa formidable pression interne et des curieuses variations et anomalies de celle-ci ; les motifs de ses dégagements, surtout de ceux qui se manifestent sous forme d'explosions ou d'irruptions brusques et — principalement dans nos régions — de *dégagements instantanés* ; les relations si précieuses à connaître de son émission et des diverses manifestations qui s'y rattachent intimement — plus variées qu'on ne le pense généralement : telles par exemple que les éboulements souterrains, les coups d'eau, etc., — avec d'autres phénomènes, soit naturels et endogènes, soit produits par l'exploitation elle-même : tout ce vaste ensemble de données constitue encore de nos jours, malgré les progrès réalisés dans l'exploitation et dans ses conditions de sécurité, un terrain pour ainsi dire vierge au point de vue scientifique et de celui des *lois de prévision* qui pourront ultérieurement résulter de l'exacte connaissance de ces multiples desiderata.

Jusqu'ici le domaine de *la recherche des prévisions* s'est localisé, du moins en Belgique, dans l'étude du problème spécial des relations que pouvaient présenter les manifestations grisouteuses avec les données de la *pression atmosphérique*. Partout ailleurs, comme chez nous, ce problème ainsi localisé, a également été l'objet de travaux d'observations, d'expériences et de recherches, qui, le plus souvent, contradictoires et déconcertantes dans leurs résultats, ont provoqué la publication d'une quantité de mémoires, d'études et rapports dont les conclusions, surtout depuis ces dix dernières

années, sont généralement le *doute* ou la *négation* des résultats naguère espérés. On y trouve cependant, souvent exprimée, cette restriction, que des corrélations, encore impossibles à définir ou à synthétiser en lois, paraissent exister entre les phases d'excitation de l'émanation grisouteuse et certaines dépressions barométriques, qui toutefois les suivent aussi bien qu'elles les précèdent ou les accompagnent, dans des conditions qui jusqu'ici semblent échapper à l'analyse.

Il paraît étonnant, pour qui a suivi certain mouvement scientifique spécial parti d'Italie vers 1875, et sporadiquement mené d'une manière indépendante en Angleterre (1875) et en France (1883), que les corollaires pouvant être normalement déduits de l'exposé des vues nouvelles alors présentées, n'aient pas fait comprendre aux chercheurs, qui s'obstinaient à considérer les dépressions barométriques comme un *facteur initial* du dégagement grisouteux, qu'ils étaient dans une fausse voie, dans une véritable impasse, où l'on devait vainement continuer à s'agiter sur place.

Cette voie nouvelle était celle ouverte par le chevalier *S. M. de Rossi*, le fondateur de la Météorologie endogène, science appelée, en matière de prévisions grisouteuses, à fournir la connaissance d'un groupe de faits devant remplacer absolument comme facteur initial et prépondérant, l'influence jusqu'alors accordée à la *Météorologie atmosphérique*, ou *exogène*. En réalité, les phénomènes classiques de celle-ci et notamment les dépressions atmosphériques accentuées, les orages, les ouragans, tornades et cyclones sont, très souvent, et au même titre que des émissions variées d'activité fluidique et gazeuse, telles que les feux de St-Elme, le grisou, les accentuations de dégagements gazeux des sources thermales et autres, de simples corollaires des phénomènes endogènes : telluriques, magnétiques, électriques et sismiques principalement, la plupart peu ou point appréciables par l'organisme humain.

Suivant les conditions climatériques et les circonstances régionales atmosphériques : électriques et calorifiques ; suivant la nature et les caractères des courants aériens et nuageux ; suivant leur état de tension électrique et physique par rapport à l'effluve — d'origine

cosmique, on le verra plus loin — cause de l'action endogène, il arrive VARIABLEMENT que le corollaire atmosphérique ou exogène *précède*, *accompagne*, ou *suive* le corollaire grisouteux.

Si les manifestations *endogènes*, qui constituent le véritable *précurseur* du grisou, échappent presque toujours à nos sens, du moins peuvent-elles être aisément décelées, sous forme de microsismes et d'agitations terrestres, de bruits et de rumeurs souterraines, de perturbations magnétiques et telluriques, d'orages internes et de phénomènes divers, que l'emploi des tromomètres, sismographes, microsismographes, pendules divers, microphones, barreaux aimantés, magnétomètres et électroscopes, permettent de reconnaître avec facilité.

Ce rapide exposé suffit pour faire comprendre que c'est l'étude de la *Météorologie endogène* qui doit fournir la clef des solutions cherchées, comme elle nous a déjà fourni celle des décevantes contradictions et anomalies des corrélations vainement cherchées entre les dégagements grisouteux et les baisses barométriques.

Quel est maintenant le fait précis, ou bien l'ensemble de faits, qui permet d'espérer des résultats féconds dans cette voie toute nouvelle, ou du moins encore si peu explorée ?

Sans entrer ici dans des développements déjà fournis ailleurs (1) et qui ne sont pas d'ailleurs une nouveauté pour ceux qui ont suivi le mouvement scientifique, relatif à la *physique du globe*, qui s'est si brillamment développé dans ce dernier quart de siècle, je rappellerai que, de jour en jour, l'influence des *causes cosmiques*, surtout celles d'*origine solaire :* électriques, magnétiques et fluidiques diverses, agissant, par un véritable phénomène d'induction à distance, sur le globe terrestre, y amène et y provoque un ensemble de mani-

---

(1) *Le grisou étudié dans ses rapports avec les phénomènes de la météorologie endogène et au point de vue de sa prévision par l'observation des microsismes. Exposé des motifs*, par E. VAN DEN BROECK. Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, tome XII, 1898. Procès-verbaux des séances spéciales. Séance du 14 juin 1898.

Historique de l'étude du grisou dans ses relations avec les microsismes et avec les phénomènes de la météorologie endogène, par E. VAN DEN BROECK. Ibidem. Séance du 14 juin 1898, pp. 23-30 (le travail *in extenso* paraîtra aux Mémoires).

La météorologie endogène et le grisou, par E. VAN DEN BROECK. (Causerie faite le 3 juillet 1898, à l'occasion de la session extraordinaire, à Béthune, de la Société géologique du Nord). — Annales de la Soc. géolog. du Nord, t. XXVII, pp. 150-174.

festations agissant aussi bien au sein de la terre que sur son enveloppe aérienne. Ces manifestations sont dues, non seulement aux tempêtes électriques à récurrences et à intensité variables, que nous dévoilent le jeu grandiose des protubérances solaires (¹), mais encore aux retours périodiques divers d'influences du même astre dans ses rapports avec la terre. Déjà plusieurs des lois de cette périodicité, à phases complexes, commencent à nous être connues, ainsi également que celles de diverses influences cosmiques distinctes : lunaires et autres, et c'est ainsi que l'on a déjà pu tenter avec un certain succès de raccorder les statistiques de nombreux phénomènes endogènes à des lois et à des règles de périodicité, dont, en Belgique, M. *A. Doneux* s'est fait le zélé et hardi défenseur (²).

(¹) Une protubérance solaire observée le 15 juillet 1895, par le P. Fenyi, avait une hauteur totale de 688 secondes, ce qui représentait le diamètre total de 43 globes terrestres réunis, soit 500,000 kilomètres. Si une telle éruption avait eu pour siège la terre, elle eût dépassé d'un bon tiers, par l'expansion de ses flammes électriques, la distance qui nous sépare de la lune. Ces flammes colossales de l'activité solaire, sont, on le sait, animées de vitesses considérables. Une protubérance étudiée le même jour, par M. Mascari, et d'un développement représentant 12 fois le diamètre terrestre, s'est, en 17 minutes, élevée de 71,000 kilomètres, soit avec une vitesse d'expansion de 70 kilomètres par seconde. En mesurant, à l'aide du déplacement des raies du spectre, d'autres vitesses bien plus grandes encore des masses lumineuses émises par le soleil, on a pu constater une indépendance absolue dans le sens des mouvements des diverses parties d'une même protubérance, en même temps que des vitesses, dans diverses directions, de 303, 526, 771 et 858 kilomètres par seconde. La distance ainsi parcourue en 50 secondes représenterait exactement le tour de la terre. (Voir le nº 598 du 11 juillet 1896 du *Cosmos*).

Le rapide énoncé de l'ampleur de telles manifestations émanant de ce grand foyer électrique et magnétique que constitue le soleil, permet de comprendre aisément l'importance des phénomènes d'induction dont la terre doit être l'objet.

Ces jours derniers viennent encore de nous en fournir de curieux exemples, par la coïncidence de l'apparition sur le soleil de taches colossales, avec une série de phénomènes terrestres du domaine de la physique du globe. Ces phénomènes ont précédé ou suivi de près la constatation de ces grandes taches solaires qui ont été visibles du 3 au 10 septembre, taches dont la principale montrait un diamètre de 75000 kilomètres, soit six fois le diamètre terrestre. La belle aurore boréale du 9 septembre, les chaleurs extraordinaires de ces mêmes jours, le cyclone épouvantable qui, le lendemain, 10 septembre, a ravagé les Petites Antilles (St-Vincent, Ste-Lucie et les Barbades) et a causé la mort de plusieurs centaines d'habitants de ces contrées, et enfin la phase actuelle d'éruption du Vésuve, ne sont que les corollaires habituels accompagnant les phases de grande agitation des forces et des effluves électriques du soleil.

(²) *Électricité et magnétisme terrestres. Théories de N.-R. Brück, appliquées à la physique du globe, à la météorologie, aux incendies et au grisou*, par A. Doneux, 3 vol. petit in-8º. Paris. Bruxelles, 1894.

Articles divers sur le *grisou* et sur *ses lois de périodicité*, par A. Doneux, dans un grand nombre de numéros du *Cosmos* de 1895 et 1896.

Parmi ces manifestations diverses, dont le siège invisible est l'intérieur de la terre et dont un domaine, plus appréciable à nos sens, se trouve être l'atmosphère qui nous enveloppe, nous connaissons tous les dernières, qui font l'objet des études de la science météorologique.

Voyons maintenant quelles sont celles qui se rattachent plus intimement à la physique du globe et représentent les phénomènes de la Météorologie endogène. Il faut y comprendre la volcanicité tout entière, les phénomènes geysériens, les tremblements de terre avec toutes leurs manifestations, soit perceptibles, soit microsismiques variées, les bruits souterrains de certaines régions, les dégagements gazeux terrestres, souterrains et autres (aux premiers desquels se rattache l'*émission du grisou*); les variations de débit, de thermalité, de minéralisation et de niveau hydrostatique des eaux souterraines, surtout d'origine profonde; certains changements de niveau des nappes phréatiques et de leurs affleurements (lacs) et du débit de leurs trop-pleins (sources); la production de brouillards spéciaux, celle de manifestations électriques variées, de perturbations telluriques et magnétiques, d'orages sismiques ou souterrains, non appréciables à nos sens et enfin l'éclosion d'une série de phénomènes d'ordre biologique et physiologique, à peine entrevus jusqu'ici et qui tendent à augmenter, dans des directions imprévues, le domaine, déjà si vaste, régi par les *forces cosmiques* agissant sur le globe terrestre et ses habitants, pour ainsi dire à notre insu.

Est-ce à-dire que chaque fois que des manifestations de l'espèce se produisent, il faille les mettre forcément en relation avec des phénomènes endogènes ? Evidemment non ; ainsi des dégagements grisouteux ont bien souvent leur origine dans les conséquences mécaniques, par tassement et rupture des roches avoisinantes, du travail d'exploitation lui-même; souvent aussi des causes extérieures, telles que les pluies et des influences climatériques diverses sont les facteurs des phénomènes de variations de toute nature (température, débit, degré de minéralisation et d'éléments gazeux libres) observés dans les eaux souterraines ou superficielles.

Les problèmes sont complexes en réalité et réclament, pour chaque cas, une enquête approfondie, base de toute synthèse ultérieure

permettant d'établir la part à attribuer à chacun des facteurs en présence.

Parmi les phénomènes endogènes qui, de tous temps, ont le plus attiré l'attention des observateurs, on peut citer *les tremblements de terre.* Aussi l'étude des secousses et des agitations du sol terrestre a-t-elle devancé l'ère de progrès qui s'annonce seulement pour la connaissance des autres manifestations endogènes précitées. Il est vrai que l'adaptation à ces études sismiques d'instruments spéciaux de toute nature permettant d'apprécier et d'étudier celles des agitations terrestres qui échappent à nos sens, c'est-à-dire à la sensibilité très relative de l'organisme humain, a fait faire des progrès considérables à cette branche de la science. Il ne faut donc pas s'étonner que ce soit de ce côté que nous voyions apparaître la notion précise des premières corrélations constatées entre des ordres de faits qu'à première vue l'on pourrait croire indépendants et sans liaison de causalité : je veux parler des *phases d'agitation sismique* précédant et accompagnant souvent les *recrudescences d'activité grisouteuse.*

Tel est bien, en effet, l'ordre d'idées nettement mis en évidence, à partir de 1875, par M. *S. M. de Rossi*, en Italie, après diverses observations de coïncidences de l'espèce, non soupçonnées jusque là. Il les exprima à l'occasion de la reproduction, dans son Bulletin du volcanisme italien, d'un article anonyme d'un technicien de la mine, resté inconnu, ayant signalé en Angleterre dans le journal " The Engineer „ du 17 décembre 1875, les relations qui venaient, à cette époque, de se manifester ouvertement en Angleterre entre une succession de tremblements de terre et de violents dégagements grisouteux.

Ce fut la catastrophe d'Anderlues, en 1880, qui engagea M. de Rossi à exposer de nouveau et d'une manière plus détaillée dans son " Bollettino del volcanismo italiano „ combien les corrélations barométriques sont aléatoires et même *renversées en matière chronologique* et à défendre ouvertement la thèse qu'il fallait faire appel aux phénomènes endogènes, notamment aux accroissements préalables d'activité microsismique, pour arriver à prévoir, au moins dans certains cas, les dangers grisouteux. En 1883, lors d'une

conférence qu'il donna à l'Exposition universelle d'Amsterdam (1), M. de Rossi renouvela cet appel et exposa un chaleureux plaidoyer en faveur des multiples buts utilitaires et scientifiques de l'étude des phénomènes complexes et variés de la Météorologie endogène.

C'est en 1883, également que M. *de Chancourtois*, l'éminent géologue français et inspecteur général des mines, présenta à l'Académie des Sciences de Paris, une Note qui ne paraît nullement inspirée par les travaux de de Rossi, mais qui concluait absolument dans le même sens. Cette note fut l'origine des recherches et des expériences faites depuis lors aux mines d'Anzin et dont les résultats confirmèrent les conclusions émises par M. de Chancourtois.

Deux ans plus tard, un ingénieur anglais, M. *Walton Brown* exprima des vues analogues, qui paraissent également lui être personnelles et qui furent reprises ultérieurement par un Comité scientifique qui tenta, mais dans de mauvaises conditions instrumentales, de vérifier les corrélations annoncées et obtint cependant certains résultats nettement confirmatifs (2).

Une initiative sérieuse avait cependant été prise par le gouvernement français qui, dans le but d'élucider pratiquement la question, envoya en Italie et en Suisse une mission scientifique ayant comme chef M. *de Chancourtois* et comme membres MM. *Chesneau* et *Lallemand*. A la suite de ces études, d'intéressants rapports parurent aux *Annales des Mines* (3) et exposèrent les résultats pratiques et parfaitement confirmatifs des premières expériences faites dans ce sens, aux mines d'Anzin, c'est-à-dire à nos portes.

---

(1) *Nouvelles études sur les tremblements de terre et les autres phénomènes géodynamiques*, par le Professeur M.-E. DE ROSSI. — Broch. gr. in 8°, 27 pages. Leide, E.-J. Brill, 1883.

(2) Voir, dans le volume XXXVII (1888) des *Proceedings of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*, le premier Rapport du Comité chargé « de l'étude des sismes (earth tremors) dans le but de déterminer — si elles existent — leurs connexions avec les dégagements gazeux dans les mines. »

(3) *De l'étude des mouvements de l'écorce terrestre, poursuivie particulièrement au point de vue de leurs rapports avec les dégagements de produits gazeux.* Rapport de mission, par *B. de Chancourtois*, assisté de MM. *Ch. Lallemand* et *G. Chesneau*. — Annales des Mines, 8e série, t. IX, 1886, pp. 207-285, pl. V et VI.

De l'influence des mouvements du sol et des variations de la pression atmosphérique sur les dégagements grisouteux, par G. CHESNEAU. — Annales des mines, 8e série, t. XIII, 1888, pp. 389-428.

J'ai résumé ailleurs (1) les parties essentielles de ces expériences qui, malgré les défectuosités des dispositifs d'appréciation sismique et des instruments de mesures grisoumétriques, montrent d'une manière fort nette, de fréquents et remarquables phénomènes de corrélations grisouto-sismiques.

C'est encore vers la même époque que M. le professeur *Forel*, comme résultat de concordances notées par lui, formulait devant l'Académie des sciences de Paris la synthèse de ses observations, connues depuis sous le nom de loi de Forel : “ Il faut, disait-il, redoubler de précautions contre le grisou les jours qui suivent un tremblement de terre dont l'aire sismique s'est étendue jusqu'au territoire de la mine à protéger. „

L'ensemble des phénomènes grisouteux et microsismiques observés, précisément au même moment et d'une manière indépendante vers le milieu de la première quinzaine de décembre 1886, en France, en Angleterre, et coïncidant, en Belgique, avec des manifestations grisouteuses, ainsi qu'avec d'importantes manifestations volcaniques et sismiques dans diverses parties du monde, montre nettement que le principe des corrélations invoquées est indiscutable, ainsi que l'origine purement endogène du phénomène. Seules les lois régissant ces corrélations et l'apparition de leurs manifestations souterraines restent à définir.

Qu'il nous soit permis maintenant de sortir quelque peu du domaine des faits et de nous demander en vertu de quels éléments d'action on peut admettre — jusqu'à plus ample informé scientifique — que de telles corrélations peuvent s'établir ?

Deux éléments, au moins, semblent intervenir et paraissent pouvoir agir, soit isolément, soit d'une manière complexe et convergente.

Si, comme il est vraisemblable dans l'état actuel de nos connaissances, le grisou d'imprégnation se trouve — d'une manière générale et sans parler des réserves localisées — sous pression, dans les fissures, fentes, failles et vides quelconques des roches encaissantes formant le toit et le mur des veines, en combinaison chimique, ou

(1) *loc. cit.* — Voir page 36.

à l'état physique d'équilibre de stabilité relative, et occlus en éléments infinitésimaux dans les pores de la veine charbonneuse, il est certain que, tout particulièrement, deux sortes de phénomènes physiques peuvent être appelés à détruire brusquement de tels états d'équilibre chimique ou physique et à provoquer des phénomènes de détente, ou de reconstitution ou de combinaison, amenant des explosions ou des déflagrations violentes.

Ces facteurs sont, d'une part, les *chocs* qui déterminent, on le sait par l'étude des explosifs, des réactions avec propagations instantanées s'étendant à toute la masse ainsi affectée en un point ; d'autre part, les *effluves*, *étincelles* et *manifestations électriques*, qui agissent dans la Nature suivant des lois aussi complexes que mystérieuses, dont la physique moderne nous dévoile chaque jour de nouveaux indices.

Les chocs et l'électricité, qui sont deux éléments agissant dans les manifestations endogènes, ont parfois d'étranges actions réciproques comme celles par exemple que l'on a utilisées dans le dispositif à marteau des appareils mettant en jeu les radio-conducteurs utilisés pour la transmission à distance. A ce sujet, et partant de ce fait que les gaz sont *mauvais conducteurs de l'électricité*, ne serait-il pas permis de se demander si, mise en présence de certains phénomènes électriques souterrains, la houille grisouteuse, aux pores chargés de gaz à haute pression, ne pourrait constituer une sorte de dispositif ou de corps radio-conducteur, dont les *chocs* émanant de l'activité endogène *modifieraient* ou *annihileraient* la charge électrique et provoqueraient ainsi par ces changements de tension l'explosion violente. Il est certain que le phénomène bien connu des projections considérables de charbon menu et pour ainsi dire poussiéreux, ou semblable à de la suie, dont s'accompagnent si généralement les *dégagements instantanés*, indique un processus parfaitement conciliable avec cette thèse d'une action de décomposition par voie d'action électrique.

Des phénomènes lumineux avec production d'étincelles sont bien connus dans les mines d'Ostrau et de Moravie, ainsi que dans les districts miniers de la Haute-Silésie et de la Westphalie.

On y a maintes fois observé, lors d'affaissements brusques de toits

de veines, phénomène accompagné d'un véritable bruit de tonnerre, la production, pendant plusieurs secondes, d'une véritable *mer de feu* éclairant tout l'espace (sans corrélation notée cependant avec des explosions grisouteuses) ([1]). Ce sont probablement là des phénomènes électriques, auxquels paraissent pouvoir se rapporter également les explosions ou détonations assez souvent semblables, par leur extrême intensité, à des coups de canon et au bruit du tonnerre, constatées en Belgique lors de la production de dégagements instantanés.

Quant aux secousses et aux chocs ténus mais multiples de l'action microsismique, ils agissent encore — et au même titre alors que ceux dus tant aux phénomènes d'affaissement qu'à l'outil du mineur — au point de vue purement mécanique, en favorisant le fendillement et la désagrégation microscopique des roches charbonneuses et autres imprégnées de grisou.

Le travail de décomposition brusque et d'émiettement poussiéreux se trouve ainsi préparé et facilité, sans compter que *le choc à lui seul* peut — comme dans le cas classique de la larme batavique, successivement rappelé au sujet des tensions grisouteuses internes, par MM. *Melsens* et *Harzé* — suffire à produire des phénomènes explosifs d'une grande violence, étant donnée la rupture possible, sous l'influence mécanique du choc, d'états d'équilibre physique ou chimique maintenus, grâce à de hautes pressions, au sein de la roche grisouteuse.

On voudra bien excuser cette petite incursion — utile tout au moins comme source de discussions contradictoires et peut-être d'essais expérimentaux — dans le domaine des hypothèses concernant le processus des actions microsismiques et endogènes corrélatives à l'émission brusque ou à l'explosion de grisou. Quoi qu'il en soit d'ailleurs des hypothèses que l'on peut faire à ce sujet, elles ne peuvent entraîner dans leur faillite éventuelle le fait, déjà nettement acquis, du principe des corrélations grisouteuses et sismiques constatées en divers pays, quelque minimes et insuffisantes qu'aient été jusqu'ici les périodes d'observations et quelque rudimentaires, en comparaison de ce qui peut être fait aujourd'hui, qu'aient été les dispositifs et appareils d'investigation sismiques et grisouteux.

([1]) *Rapport général de la Commission prussienne du grisou*, par A. HASSLACHER. Traduction de la *Revue universelle des mines*, années 1889 à1891. Voir p. 195 du tiré à part.

La vérification définitive et péremptoire de ces corrélations, et par conséquent la recherche de bases rationnelles pour les prévisions grisouteuses, constituent la tâche à laquelle la *Section permanente d'études du grisou*, créée au sein de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, convie spécialement les exploitants, les ingénieurs, les techniciens, les hommes de science, l'administration des mines et le gouvernement.

Cette tâche, telle que ses promoteurs la comprennent, doit en même temps englober, dans la mesure des possibilités, une *étude d'ensemble* constituant, lorsqu'elle sera terminée, une véritable monographie du grisou. C'est ce qui résulte de l'examen du programme d'études du grisou, que M. L. Gérard et moi avons présenté dans ce but à nos collègues de la susdite Section, qui en ont déjà accepté les grandes lignes et le plan général (¹), sauf à en revoir et à en compléter le détail.

Est-ce à dire, parce que nous avons constaté qu'il fallait transférer dans le domaine de la *Météorologie endogène*, les bases des corrélations rationnelles et des prévisions que l'on s'efforçait jusqu'ici de trouver dans la *Météorologie atmosphérique*, qu'il faille ABANDONNER cette dernière ? Nullement; car il existe réellement certaines corrélations grisouteuses et barométriques et maintenant que la question peut être mieux posée, plus clairement définie, elle n'en sera que plus facile à résoudre.

La situation, dans cette voie, peut se résumer ainsi :

La dépression barométrique rapide et accentuée n'est pas forcément un précurseur de l'émanation grisouteuse, puisqu'elle la suit parfois, au lieu de la précéder. Elle ne peut avoir d'action directe sur les dégagements, instantanés ni sur le grisou qui se dégage normalement sous des pressions variables, mais souvent assez fortes, des forages (²), des soufflards et des joints d'émission grisouteuse localisée.

(¹) *Projet de programme d'études du grisou* présenté par LÉON GÉRARD et ERNEST VAN DEN BROECK aux séances du 18 juillet et du 2 août 1898 de la Section permanente d'études du grisou, de la Société belge de géologie.

(²) Il a été constaté dans un rapport de M. l'Ingénieur *G. Schorn*, que dans certains trous de sondage forés dans nos mines charbonneuses, les pressions du grisou peuvent atteindre jusque 42 ½ atmosphères (veine ou couche du puits n° 7 de Belle-Vue, aux charbonnages Unis-Ouest de Mons.)

La dépression barométrique accentuée peut toutefois augmenter la teneur en grisou des mines, soit indirectement en agissant sur les couches, relativement élastiques, du sol terrestre, soit directement en influant sur les conditions d'aérage de la mine. Elle peut agir encore sur le gaz grisou accumulé à *faible tension* dans les vieux travaux et remblais — surtout lorsque ceux-ci, infestés de grisou, sont développés et disposés de manière à entrer en communication avec l'air des galeries et chantiers à préserver, — et alors cette dépression peut devenir une réelle cause de danger pour ceux-ci. C'est avec ces restrictions et ainsi comprise, que l'influence, néfaste parfois, nulle souvent, des fortes dépressions barométriques doit être considérée comme un élément nullement négligeable en principe dans l'ensemble des mesures défensives et de prévision de nos mines grisouteuses.

La saine appréciation de cet élément atmosphérique et de son influence se résoud en *une équation personnelle* à chaque mine, englobant comme facteurs la circulation d'air de la mine, ses procédés de ventilation, l'extension et le degré d'isolement de ses déblais et vieux travaux, la proportion de grisou qui s'en dégage normalement et la conduite générale de ses travaux. Toutefois l'on peut dire qu'avec les progrès effectués pendant ces dernières années dans l'aérage mécanique des mines grisouteuses, l'influence des dépressions barométriques sur le dégagement grisouteux des déblais et vieux travaux ne paraît pas devoir inspirer des craintes bien sérieuses. Celles-ci doivent être réservées au facteur du grisou A HAUTE PRESSION, *absolument indépendant* dans ses émissions brusques et dans ses explosions, de l'*influence* des dépressions barométriques, mais pouvant émaner, comme celles-ci, d'une cause commune et se manifester plus ou moins synchroniquement, mais avec des rapports chronologiques non constants ni réguliers.

C'est donc, en conclusion, dans le domaine de la MÉTÉOROLOGIE ENDOGÈNE qu'il faut transférer le champ des recherches et des observations qui nous permettront un jour de formuler des lois de prévisions grisouteuses et de définir en même temps la portée exacte des relations pouvant parfois exciter contre le grisou et les phénomènes, d'ordre secondaire, se rattachant à la météorologie atmosphérique.



